

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2792508号

(45) 発行日 平成10年(1998) 9月3日

(24) 登録日 平成10年(1998) 6月19日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	F I
G 0 3 F 7/038	5 0 5	G 0 3 F 7/038 5 0 5
C 0 9 D 165/00		C 0 9 D 165/00
C 2 3 F 1/00	1 0 2	C 2 3 F 1/00 1 0 2
H 0 1 L 21/027		H 0 1 L 21/30 5 0 2 R
21/302		21/302 Z

請求項の数7 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平8-157287

(22) 出願日 平成8年(1996) 6月18日

(65) 公開番号 特開平9-236919

(43) 公開日 平成9年(1997) 9月9日

審査請求日 平成8年(1996) 6月18日

(31) 優先権主張番号 M I 9 6 A 0 0 0 3 8 2

(32) 優先日 1996年2月28日

(33) 優先権主張国 イタリア (I T)

(73) 特許権者 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 大西 良武

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 藤田 淳一

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 アルトゥーロ アルドイーニ

イタリア、43035 フェリーノ バルマ、  
ヴィア ジーノ カベッリ、10

(74) 代理人 弁理士 丸山 隆夫

審査官 前田 佳与子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超微細ボタン形成方法及び超微細エッチング方法

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 溶媒に可溶で高エネルギー線に感光する5,11,17,23,29,35-ヘキサクロロメチル-37,38,39,40,41,42-ヘキサメトキシカリックス[6]アレーンから成るレジスト膜を形成し、  
前記高エネルギー線に前記レジスト膜の第1の領域を露光させ、第2の領域は露光させず、  
前記溶媒で前記第2の領域を除去することにより前記第1の領域を現像してボタンを画成する超微細ボタン形成方法。

【請求項2】 前記高エネルギー線は電子ビームである請求項1記載の超微細ボタン形成方法。

【請求項3】 前記高エネルギー線はX線である請求項1記載の超微細ボタン形成方法。

【請求項4】 前記高エネルギー線はイオンビームであ

2

る請求項1記載の超微細ボタン形成方法。

【請求項5】 ドライエッチングでエッチング可能な基板の上に、溶媒に可溶で高エネルギー線に感光する5,11,17,23,29,35-ヘキサクロロメチル-37,38,39,40,41,42-ヘキサメトキシカリックス[6]アレーンから成るレジスト膜を形成し、

前記高エネルギー線に前記レジスト膜の第1の領域を露光させ、第2の領域は露光させず、

前記溶媒で前記第2の領域を除去することにより前記第1の領域を現像してボタンを画成し、

前記基板を前記ボタンとともに前記ドライエッチングにかける超微細エッチング方法。

【請求項6】 前記基板は金属である請求項5記載の超微細エッチング方法。

【請求項7】 前記基板は半導体である請求項5記載の

10

超微細エッチング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ラジェーション即ち照射光に感光するネガティブレジストを用いる超微細パターン形成方法及び超微細エッチング方法に関し、より詳細には、カリックスアレーン誘導体から成るラジェーションに感光するネガティブレジストを用いて行うナノメータ・オーダの超微細パターン形成方法及び超微細エッチング方法に関する。

【0002】

【従来の技術】デバイス製造工程における近年の動向として、究極的な微細化が1つの目標になっている。「超微細」という言葉は、将来、微細化の究極的な段階では、原子レベルのオンゲストローム加工を指すことにもなるが、現在のところ、ナノメータ単位でのスケールを意味する。

【0003】この点、工業的には、微細化の度合いはまだサブミクロンの世界にとどまっている。多くの場合、理論的に更なる微細化が可能であっても実際には利用可能な素材に起因した限界があり、このギャップに直面した状態にある。

【0004】こうした傾向は、半導体集積回路の分野で特に顕著である。この分野では、次世代デバイスとして、トンネル効果或いは新たな量子技術を用いたものや単電子トランジスタ等、諸種の素子が提案されている。

【0005】それらの提案を実際に検証するためにも、いたずらに実験を重ねることなく容易に適用可能な仕方で超微細加工を行えるようにすることが望ましい。

【0006】前記デバイス製造工程での動向並びにそれに関連した微細化の各段階は、適合した解像度により適合したスケールでエッチング或いはリソグラフィを行うことを可能にしたレジストパターンニング技術の裏付けなくしては語れない。

【0007】半導体集積回路等のデバイス製造工程に係るパターンニングは、通常、基板上に塗布されたレジスト材の薄膜に高エネルギー線または紫外線を位置選択的に照射することにより、レジスト材の露光部位に沿う所望パタンの潜像を描画する。非露光部を溶剤で除去すると、形状鮮明なボタンが現像される。

【0008】通常のエッチングでは、こうして現像したボタンを、エッチング媒体のアタック作用に対するレジストとしてそのまま用いる。

【0009】工業的に利用する場合、そうしたボタンの所要解像度は実質的に0.1 $\mu$ m(100nm)以上の範囲にあることが多く、この範囲では、ポリマーまたはそれに反応性の材料を付加した混合物がレジスト材として極めて有効であり、広く用いられている。

【0010】そうした高分子物質は、それなりの分子サイズを有し、また個別の化学的・物理的性質もあって、

10nmオーダの解像度に適合させることは難しい。このため、従来から、このクラスの解像度のレジストボタンを形成しようとする、最先端の技術であっても、エッジラフネスの問題が生じた表面のフラットネスが得られないという問題が生じていた。例えば、高分子レジストを用いたナノメータ・リソグラフィでのエッジラフネスに関し、いくつかの問題点を吉村、他がアブライド・フィジクス・レターズ、第63巻、764頁(1993年)で論じている。

10 【0011】こうして、ナノメータ・リソグラフィにおけるエッジラフネスは、どうしても避けられない問題であるとずっと考えられていた。そうしたなか、日本電気株式会社の研究者が、高分子物質の代わりに、直径約1nmの分子クラスターであるカリックスアレーンを用いることが非常に有望であることを発見した。

【0012】レジスト材が実用可能であるための必要条件は、例えば、有機溶媒への溶解性、膜形成能、非晶性または非常に結晶し難い性質、耐熱性、高エネルギー線の照射に対する感光性、及びエッチング耐性等である。

20 【0013】これらの条件のなかでも、非晶性は特に重要である。既知カリックスアレーンの多くは高結晶性であるため、塗膜時に局所的に結晶化し、十分な均一性を損ないがちである。

【0014】日本電気株式会社の研究者による画期的な発見に際しては、特公平7-23340号及び米国特許第5,143,784号に開示されているように、上記要件を満たす5種類のメチルカリックス[n]アレーンのアセチル化物(n=4~8)が独自に開発され、レジスト材として使用された。

30 【0015】

【発明が解決しようとする課題】本発明者等は、上記5つの誘導体の一つ、5,11,17,23,29,35-ヘキサメチル-37,38,39,40,41,42-ヘキサアセトキシカリックス[6]アレーン(以降「MC6AOAc」ともいう)を適宜選択し、後に述べる実施例1と同様の方法及び類似した条件のもとで、パターン形成及びエッチング用ネガティブレジストとしての適合性を検証した。

40 【0016】図12に、この選択したカリックスアレーン誘導体MC6AOAcの構造式を示す。粉末状のMC6AOAcの溶液を濾過し、シリコン基板上にスピナで塗布し、ブレーキングしてレジスト膜を形成した。このレジスト膜に電子線ビームを照射し、現像して基板上にレジストボタンを形成した。そして、CF<sub>4</sub>のプラズマでドライエッチングした。

【0017】このMC6AOAcのレジストボタンは、ナノメータ・オーダの解像度を示した。また、エッジラフネスが発生し或いは表面のフラットネスを損なうといった問題は生じなかった。しかしながら、ラジェーションに対する感光度が比較的低かった。

50 【0018】図13は、カリックスアレーンMC6AO

A cに付いての実験結果を示す規格化膜厚対線量特性曲線である。

【0019】図13に示すように、 $0.6\text{ mC/cm}^2$ 以上の線量で実質的に最深部まで照射された。これは、MC6AOAcのラジエーションに対する感光度が、電子線レジストポリマーとして知られるポリメチルメタクリレート（以降「PMMA」ともいう）の10分の1以下であることを意味する。

【0020】一般に、低感光度の膜は長い照射時間を必要とする。換言すれば、MC6AOAcの使用により、加工に時間は要するが、超微細パターン形成及びエッチングにおけるラフネスの問題は解消されたといえる。

【0021】本発明は、このような点を鑑みてなされた。

【0022】本発明は、カリックスアレーン誘導体から成り、ラジエーションで感光するネガティブレジストを用いて、ナノメタ・オーダのパターニングを行い、しかも加工時間を低減することが可能な超微細パターン形成方法と、この方法を用いてナノメタ・オーダのエッチングを行うための超微細エッチング方法とを提供することを目的とする。

【0023】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、この困難な目的を達成するため、カリックスアレーン誘導体を様々な条件のもとで探究し、ヘキサメトキシカリックス[6]アレーンヘキサメチルエーテル、すなわち、図1に示す、5,11,17,23,29,35-ヘキサクロロメチル-37,38,39,40,41,42-ヘキサメトキシカリックス[6]アレーン（以降「CMC6AOMe」ともいう）が好適なレジスト材であり、電子ビーム、X線ビームまたはイオンビーム等の高エネルギー線のラジエーションに対する感光度が向上することを見出した。

【0024】そこで上記目的を達成するため、本発明に係る超微細パターン形成方法は、溶媒に可溶で高エネルギー線に感光する5,11,17,23,29,35-ヘキサクロロメチル-37,38,39,40,41,42-ヘキサメトキシカリックス[6]アレーンから成るレジスト膜を形成し、前記高エネルギー線に前記レジスト膜の第1の領域を露光させ、第2の領域は露光させず、前記溶媒で前記第2の領域を除去することにより前記第1の領域を現像してパターンを画成する。

【0025】従って、本発明によれば、感光度が向上したCMC6AOMeをレジスト材として用いることにより、より短い加工時間でナノメタ・オーダの解像度を有するレジスト膜のパターンを形成することができる。

【0026】本発明によれば、前記高エネルギー線として電子ビームを用いてもよい。

【0027】また、前記高エネルギー線として、X線ビームを用いてもよい。

【0028】前記高エネルギー線はイオンビームで合っ

てもよい。

【0029】また前記目的を達成するため、本発明に係る超微細エッチング方法は、ドライエッチングによりエッチング可能な基板の上に、溶媒に可溶で高エネルギー線に感光する5,11,17,23,29,35-ヘキサクロロメチル-37,38,39,40,41,42-ヘキサメトキシカリックス[6]アレーンから成るレジスト膜を形成し、前記高エネルギー線に前記レジスト膜の第1の領域を露光させ、第2の領域は露光させず、前記溶媒で前記第2の領域を除去することにより前記第1の領域を現像してパターンを画成し、前記基板を前記パターンとともに前記ドライエッチングにかける。

【0030】本発明によれば、前記基板として金属を用いてもよい。

【0031】また、前記基板は半導体であってもよい。

【0032】

【発明の実施の形態】次に添付図面を参照して、本発明の実施の形態を詳細に説明する。

【0033】図1は、CMC6AOMe、すなわち、5,11,17,23,29,35-ヘキサクロロメチル-37,38,39,40,41,42-ヘキサメトキシカリックス[6]アレーンの構造式を示す。図2は、本発明の実施の形態に係る実験の手順を示すフロー図である。

【0034】目的の物質を合成するために、本実験の手順S1での出発原料として、市販のカリックス[6]アレーン（Janssen Chimica 製。以降「C6A」ともいう）を選択した。

【0035】手順S2において、グッチェ及びリンが「テトラヘドロン」、第42巻、1633~1640頁（1989年）で提案した方法により、出発原料C6Aをエーテル化した。

【0036】このエーテル化のため、適量のカリックスアレーンC6Aを、大過剰のヨウ化メチル（C6Aに対して約40倍モル量以下）及び水酸化ナトリウム（C6Aに対して約20倍モル量以下）とともに、ジメチルホルムアミド1：テトラヒドロフラン10の混合溶媒に溶かした。

【0037】この溶液を18時間還流した。

【0038】その還流溶液から溶媒を留去し、残留物を得た。

【0039】この残留物に所要量の水を加え、沈殿させてこれを集め、クロロホルム-メタノール系で再結晶させて、不純物を若干含むヘキサメトキシカリックス[6]アレーン（以降「C6AOMe」ともいう）の無色針状結晶を得た。

【0040】グッチェ及びリンが報告したように、合成されたC6AOMeの融点は326℃であった。

【0041】手順S3において、このC6AOMeを繰り返し再結晶させて不純物を取り除き、精製されたC6AOMeを得たが、融点がやや低下した。

【0042】ここで、一般に不純物を取り除くと融点は上昇する。しかしながら、本実験で融点がやや低下したのは、高融点の不純物、つまり水酸基が全てはメトキシ基に置換されなかった不純物を取り除いたためだと考えられる。

【0043】さらに、精製したC6AOMeは、再結晶手順で用いたクロロホルムを含んでいるが、これが次の手順S4以降には悪影響を及ぼすことはない。

【0044】手順S4において、適量の精製したC6AOMeを大過剰のクロロメチル-*n*-オクチルエーテル (C6AOMeに対して約69倍モル量以下) 及び大過剰の四塩化錫 (C6AOMeに対して約25倍モル量以下) で1時間クロロメチル化を行い、CMC6AOMeを得た。

【0045】そして、手順S5において、得られたCMC6AOMeをクロロホルム-メタノール系で再結晶させ、精製されたCMC6AOMe、すなわち、純粋なクロロメチルカリックス[6]アレーンメチルエーテルの白色粉末化合物の混合物を得た。

【0046】精製されたCMC6AOMeの同定は、元素分析、赤外分光分析、NMR及び質量分光分析を用いて行なった。

【0047】この生成物は、アモルファスまたは疑似アモルファス組成のCMC6AOMeであり、273°C近傍に幅のある融点をもつが、これに対し、通常の結晶性のカリックスアレーンは峻鋭な融点を有する。

【0048】このCMC6AOMeの体系に関する論文は、第5回包接現象及び分子認識に関する国際シンポジウム1988で最初に発表された。詳細には、アルドゥイニ、他が、第5回包接現象及び分子認識に関する国際シンポジウム、オレンジビーチ、アラバマ、1988年9月18日~23日、摘要書、H13に掲載された。

【0049】CMC6AOMeの合成の詳細については、マリオ・アルミ、他が「テトラヘドロン」、第45巻、1989年、2177~2181頁に記している。

【0050】上述の方法で合成され、精製されたCMC6AOMeを、以下の試験及び実験に用いた。

【0051】(実験1) 手順S6において、適量のCMC6AOMeをジクロロベンゼンに溶解して2.5重量%の溶液とし、メッシュサイズ0.2ミクロンのテフロンメッシュで濾過してレジスト液を得た。

【0052】このレジスト液を3,000rpmのビナで30分間塗布し、厚さ300μmの多数のシリコンウェハのそれぞれの上表面に厚さ50nmの均一なレジスト層を塗膜した。

【0053】このレジスト層を有するウェハに対し、窒素ガス流オープン中で170°C、30分間のプリベーキングを行うことにより、各ウェハ上にネガティブレジスト膜を固着させた。

【0054】手順S7において、このレジスト膜のラジ

エーションに対する感光度を測定した。

【0055】特に手順S71において、電子線ライト装置JBX-5A-FE(JEOL)を用いて射出した電子線流を集束させ、同時に単位面積当たりの電子線量が記録され絶対ベーキング膜厚の測定が行われているレジスト膜に所定の時間、真上から均一に照射を行い、その中に所定解像度の潜像を形成した。

【0056】また手順S72において、レジスト膜に照射を行った各ウェハをキシレンに浸漬した後、現像を行う際に、ベーキングを行ってレジスト膜に実際に形成された潜像の深さを測定した。

【0057】測定した深さの標本値を統計的に平均化して、ベーキング膜厚に対する百分率に規格化した。照射を行ったレジスト膜それぞれについて、こうして規格化した値を平均化して規格化膜厚(%)を定め、黒丸点で図3の規格化膜厚-線量グラフにプロットした。

【0058】同様な測定を繰り返し、図3の各黒丸点を得た。そして各プロット点の座標を解析し、各点を推計学的に結び絶対膜厚50nmにおける特性曲線を定め

た。

【0059】さらに、手順S7において、異なる膜厚で同様な測定を行い、30nm、40nm、60nm等の様々な絶対膜厚における特性曲線を定めた。これらの特性曲線が実質的に図3の曲線に重なっていたことから、図4に示すノミナル(公称的)な感光度曲線CVを得た。

【0060】図4において、上記特性曲線CVの一部、即ち規格化膜厚100%に近接した膜厚範囲TH内に位置する線分CV1は最小値を有し、その線量軸上での対応値MINが当該レジスト材CMC6AOMeの公称感光度を表す。

【0061】こうして図4から分かるように、線量600μC/cm<sup>2</sup>(=0.6mC/cm<sup>2</sup>)以上で、レジスト膜CMC6AOMeに十分なボタンを形成可能なことが実証された。

【0062】この感光度はMC6AOAcの約10倍である。なお、電子線レジストが基本的にX線レジストであるということは良く知られている。

【0063】(実験2) 手順S8において、手順S6で形成されたCMC6AOMeのレジスト膜に、露光機、日立S5000、から放射される電子ビームの極細線を加速電圧30kVで照射し、線ドーズを2nC/cmとして潜像の描画を行なった。

【0064】手順S9において、キシレンによりこの潜像を現像し、線幅10nmで極細に描かれたCMC6AOMeのレジストボタンを得たが、問題となるようなラフネスは生じなかった。

【0065】(実験3) 手順S10において、厚さ300μmのシリコンウェハ上に20nm厚のアルミニウム薄膜を蒸着し、手順S6と同様な方法でアルミニウム層

上に50nm厚のCMC6AOMeのレジスト膜を形成した。

【0066】手順S11において、手順S8と同様な方法によりこのレジスト膜にラジェーション照射を行い、線ドーズを2nC/cmとして潜像の描画を行なった。

【0067】手順S12において、手順S9と同様な方法によりキシレンでこの潜像を現像し、線幅10nmのCMC6AOMeのラインパターンをアルミニウム薄膜上に形成した。

【0068】ドライエッチング手順S13において、表面にレジストパターンが形成されたアルミニウム薄膜に対し、加速電圧500V、20mAで射出されたアルゴンイオンのプラズマビームで上方からイオンミリングを行った。これにより、アルミニウム層の露光領域と、非露光領域を覆うレジストパタンの上部とが同様にエッチング除去された。

【0069】手順S14において、キシレンによりレジストパタンの残部を除去し、アルミニウム層の非露光領域に、所定のパターン形状で線幅10nmのアルミニウム導体を得た。

【0070】(実験4)手順S15において、厚さ300μmのシリコンウェハ上に20nm厚のゲルマニウム薄膜を蒸着し、手順S6と同様な方法でゲルマニウム層上に50nm厚のCMC6AOMeのレジスト膜を形成した。

【0071】手順S16において、手順S11と同様な方法によりこのレジスト膜にラジェーション照射を行い、非常に微細に組み合わさった潜像の描画を行った。

【0072】手順S17において、手順S9と同様な方法によりキシレンでこれらの潜像を現像することにより、ゲルマニウム薄膜上にCMC6AOMeの非常に微細で凸状の直線の組み合わせを得、こうして線幅7nmのレジストパターンをアルミニウム薄膜上に形成した。

【0073】手順S18において、表面にレジストパターンが形成されたゲルマニウム薄膜に対して、DEM451(ANELVA製)のエッチング装置を用いて300V、50Wの環境で上方から1分間ドライエッチングを行い、レジストパタンの上部とゲルマニウム薄膜の露光領域をエッチング除去した。

【0074】手順S19において、レジストパタンの残部をキシレンで除去することにより、ゲルマニウム薄膜の非露光領域に、所定のパターン形状で線幅7nmと極細なゲルマニウムの量子細線の組み合わせを得た。

【0075】(実験5)手順S20において、厚さ300μmのシリコンウェハ上に手順S6と同様な方法で、50nm厚のCMC6AOMeのレジスト膜を形成した。

【0076】手順S21において、実験2の露光装置を用いて、このレジスト膜に複数点のスポット露光を行い、約1pC/spotsで点状の潜像を描いた。

【0077】手順S22において、手順S9と同様な方法によりキシレンでこれらの潜像を現像し、対応する個数の直径約15nmの柱状の突起を得、こうしてシリコンウェハ上にCMC6AOMeの極細なドットパターンを形成した。

【0078】手順S23において、表面にレジストパターンが形成されたシリコンウェハに対し、実験4で用いたエッチング装置によりCF<sub>4</sub>のプラズマで上方から4分間ドライエッチングを行った。シリコンウェハの露光領域がエッチダウンし、レジストパターンはエッチング除去された。

【0079】最終的に、エッチダウンしたシリコンの表面上に突起となって、直径15nmと量子レベルの柱状コンタクトのような、対応する個数のシリコンの点の配列が観察された。

【0080】(実験6)図5から図10は、実験6のドット配列パターンを形成する6つの手順を図解したものである。

【0081】手順S24(図5)において、厚さ300μmのシリコンウェハ60を既知の方法により棒状の単結晶のシリコンから切り出した。

【0082】手順S25(図6)において、膜厚50nmのCMC6AOMeのレジスト膜61を手順S6と同様な方法によりシリコンウェハ60の上面に形成した。

【0083】手順S26(図7)において、レジスト膜61のうち8μm四方の領域を露光装置JBX-5A-FE(JEOL)を用いて照射した。電子線の公称直径を5nm、加速電圧を50kVに設定し、線量を33fc/dotとして、約26,000個の直径20nmの潜像62の行列をピッチ50nmで点在させた。

【0084】手順S27(図8)において、潜像62を手順S9と同様な方法によりキシレンで現像して、対応する個数の直径20nmの柱状の突起63を得、シリコンウェハ60のうち正方形の領域60a上に極細なドットパターン配列を画成した。

【0085】手順S28(図9)において、表面にレジストパターンが形成されたシリコンウェハ60に対して、DEM451(ANELVA製)のエッチング装置を用いてCF<sub>4</sub>のプラズマにより200秒間上方からドライエッチングを行い、シリコンウェハ60の露光された領域60bを表面60cまで約300nmエッチダウンし、レジストの突起63の上部約45nm63aをエッチング除去した。その結果、エッチダウンした表面60c上に立つ柱状のシリコンの突起60dの上にレジスト突起63の各下部63bが残った。

【0086】手順S29(図10)において、レジスト突起63の下部63bをキシレンで除去することにより、柱状のシリコン突起60dを残した。これらの突起はなめらかな形状で表面60c上に形成された。

【0087】(耐性試験)上記の実験の他に、ANEL

VA製のDEM451装置を用いて、様々なCMC6AOMeのレジストボタンにおける、CF<sub>4</sub>のプラズマに対するエッチング耐性試験を行なった。

【0088】ガス圧、プラズマ流のボタン及びバイアスの状態等の装置のセットアップ条件及び関連するエッチング条件によって、耐性に変化が見られた。

【0089】耐性試験の代表的な結果を図11の黒丸点により示す。これらはCF<sub>4</sub>ガス圧を5Paに設定し、入射マイクロ波の電力をバイアス200Vdc、500Wに設定した通常の試験条件のもとで得られた。

【0090】さらに、MC6AOAc、PMMA、Si、Ge及びZEPに対しても通常の試験条件のもとで試験を行なった。この結果も図11に示されている。ZEPはポジティブレジスト材であり電子線に対して用いるが、NIPPON ZEONから市販されている。

【0091】CMC6AOMeのレジストの好適なエッチング率は約10nm/sec以上と推定され、実質的にSiと同等であり、PMMAのおよそ4分の1に当たる。従って半導体または金属の面上又は内部にナノメータ・オーダの明瞭なボタンを高い歩留りで形成でき、また幅方向同様、厚さ方向においても、この種ボタン形成の微細化が可能といえる。

【0092】

【発明の効果】本発明の実施例として前述した試験及び実験から分かるように、CMC6AOMe(5,11,17,23,29,35-ヘキサクロロメチル-37,38,39,40,41,42-ヘキサメトキシカリックス[6]アレーン)は、高感光度であり、非晶性で、エッチング耐性も良好で、ナノメータ・オーダのボタン形成及びエッチングに適用可能なレジスト材である。

【0093】ネガティブレジストCMC6AOMeにより、量子ドット及び量子細線を含む超微細ボタンを、従来の微細加工手順を大きく変更することなく、効率的に加工及び転写することが可能である。

【0094】このレベルの解像度では、微細化の限界は露光装置側にも依存し、電子ビームの焦点ビーム径が決定的な解像度よりも小でなければならない。

【0095】換言すれば、1nmのサイズのラジエーションに感光する分子クラスターであるCMC6AOMeにより、まさに、微細化の現状を、解像度がビーム径の分\*

\*散を直接に反映する次の段階へと導くことが可能になったといえる。

【0096】詳細に図説した実施例を参照しながら本発明について説明したが、本発明は付記した請求項で示した実施の形態のみに限定されない。当業者には、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々変更実施可能なことが理解されよう。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るレジスト材の構造式を示す図である。

【図2】本発明に係る実験手順を説明するフロー図である。

【図3】図1に示したレジスト材及び従来レジスト材の絶対膜厚に対するラジエーション感光度を比較した規格化膜厚-線量特性曲線のグラフである。

【図4】図1に示したレジスト材の様々な膜厚でのラジエーション感光度を示す規格化膜厚-線量特性曲線のグラフである。

【図5】本発明に係るドットボタン配列を形成する実験手順を説明する図である。

【図6】本発明に係るドットボタン配列を形成する実験手順を説明する図である。

【図7】本発明に係るドットボタン配列を形成する実験手順を説明する図である。

【図8】本発明に係るドットボタン配列を形成する実験手順を説明する図である。

【図9】本発明に係るドットボタン配列を形成する実験手順を説明する図である。

【図10】本発明に係るドットボタン配列を形成する実験手順を説明する図である。

【図11】様々な材料のエッチング耐性の特性を示すグラフである。

【図12】従来のレジスト材の構造式を示す図である。

【図13】図12に示した材料の感光度曲線のグラフである。

【符号の説明】

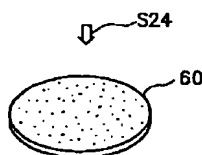
60 シリコンウェハ

61 レジスト膜

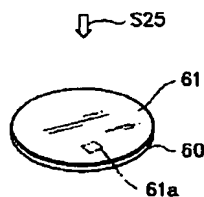
62 潜像

63 レジストの突起

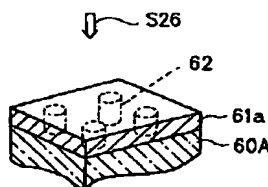
【図5】



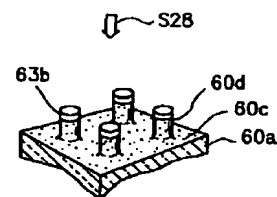
【図6】



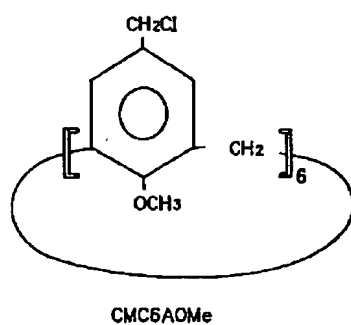
【図7】



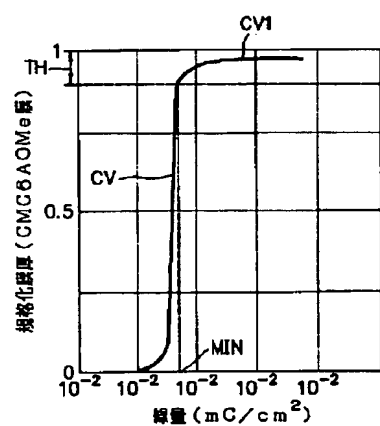
【図9】



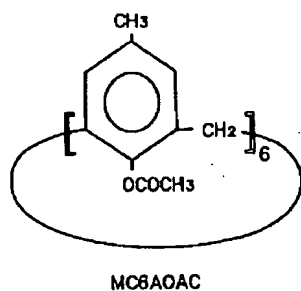
【図1】



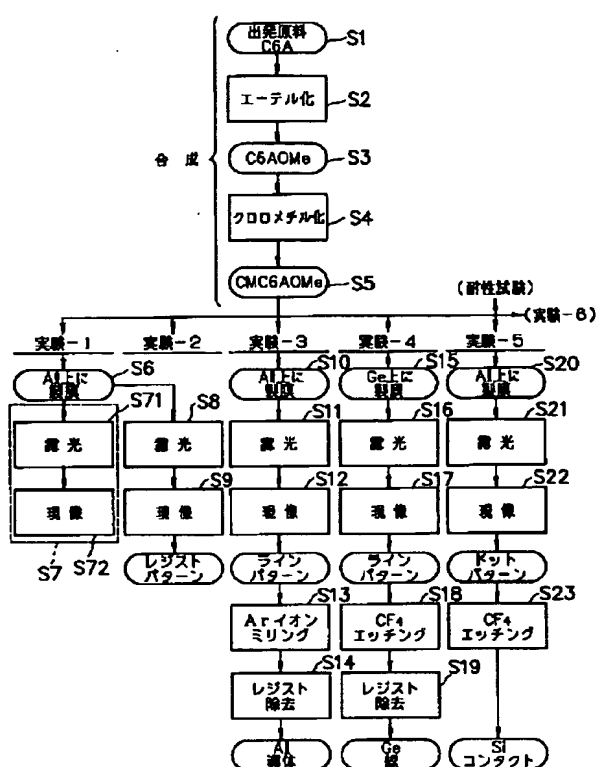
【図4】



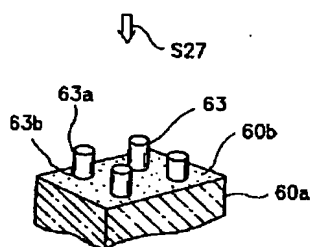
【図12】



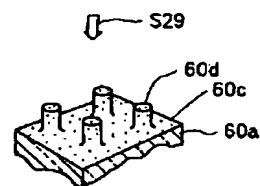
【図2】



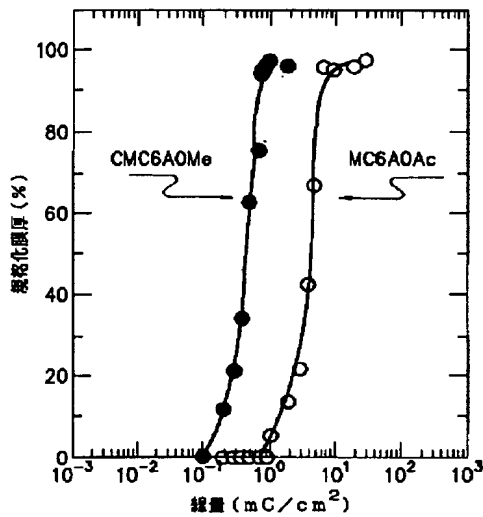
【図8】



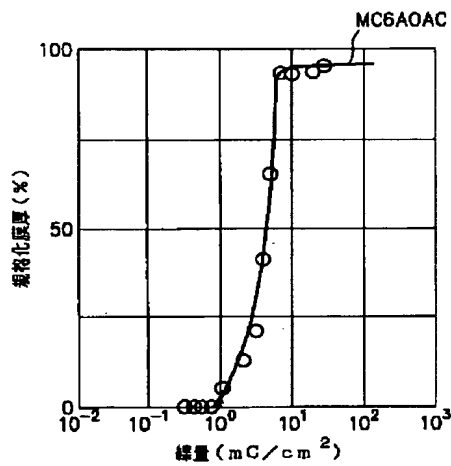
【図10】



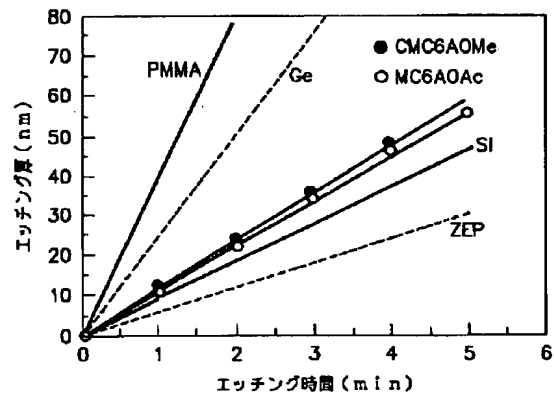
【図3】



【図13】



【図11】



フロントページの続き

- (72)発明者    アレッサンドロ   カスナーティ  
                   イタリア、43100   バルマ、ヴィア   ブ  
                   ルーノゾーニ、3
- (72)発明者    アンドレア   ボキーニ  
                   イタリア、43100   バルマ、ボルゴ   ビ  
                   コッコーニ、11
- (72)発明者    ロッコ   ウンガロ  
                   イタリア、43100   バルマ、ヴィア   ド  
                   ン   ミンゾーニ、22



## (56)参考文献

特開 平4-15232 (J P, A)  
特開 平4-128253 (J P, A)  
特開 平4-155342 (J P, A)  
特開 平4-293238 (J P, A)  
特開 平4-372123 (J P, A)  
特開 平5-182964 (J P, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>6</sup>, D B名)

G03F 7/038  
C09D 165/00  
C23F 1/00 102  
H01L 21/027  
H01L 21/302